

условий работы могут быть определены в результате оптимизации на ЭВМ.

Опыт вычислений показал, что описанный алгоритм позволяет реализовать прямой подход к оптимизации достаточно сложных технических устройств, получить экономически обоснованные проектные решения, сократить общие затраты времени на подготовку и решение задач оптимизации тепломассообменных аппаратов и их систем.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ РАСЧЕТА И МОДЕЛИРОВАНИЕ АППАРАТОВ

9.1. Основные принципы организации пакета

В данном параграфе описаны состав и структура пакета, представляющего собой совокупность вычислительных подпрограмм (процедур), позволяющих пользователю ЕС ЭВМ рассчитывать тепло- и массообменные аппараты воздухоразделительных и криогенных гелиевых установок. Пользователь может легко модифицировать либо дополнить подпрограммы пакета в соответствии со своими требованиями и использовать их при практических вычислениях.

Процедуры пакета реализованы на алгоритмическом языке ПЛ/1 в ОС ЕС, и, следовательно, входным языком для описания последовательности вычислений пользователя является также ПЛ/1. Основными элементами пакета являются: специальные процедуры (модули) для расчета единиц оборудования; процедуры расчета теплофизических свойств; процедуры численных методов. Основные принципы организации модулей сформулированы в § 1.5. Информационное сопряжение модулей осуществляется с помощью техники параметров процедур.

Подготовка главной программы решения конкретной задачи, вызывающей подпрограммы пакета, выполняется пользователем. Обращение к подпрограммам пакета осуществляется оператором CALL. Порядок, число и тип аргументов в этом операторе должны быть согласованы с порядком, числом и типом параметров подпрограммы; атрибуты аргументов должны соответствовать атрибутам параметров. Для удобства использования, как правило, параметры процедур имеют атрибуты DECIMAL FLOAT (6), DECIMAL FIXED (5,0). Все вычисления в процедурах выполняются с обычной точностью.

Процедуры пакета целесообразно поместить в две библиотеки: текстовую и объектных (либо загрузочных) модулей. Процедуры, находящиеся в текстовой библиотеке, включаются

в программу пользователя с помощью препроцессорной операции % INCLUDE. В этом случае вызываемая программа и подпрограммы должны быть откомпилированы и совместно отредактированы. Во втором случае вызываемая программа и вызываемые подпрограммы совместно редактируются.

Разработанные модули отвечают требованиям структурного программирования. Каждая процедура располагает такими свойствами: вход один и расположен в начале страницы; выход также один и обеспечивает возврат в вызвавшую процедуру; как правило, поток управления в процедурах направлен сверху вниз. Большинство модулей выполняет только одну функцию, т. е. обладает функциональной прочностью.

Модульный подход к организации пакета позволяет: облегчить разработку самого пакета; ускорить автономную и комплексную отладку подпрограмм пакета; использовать процедуры пакета на малом объеме основной памяти; рационально использовать ресурсы операционной системы; расширить пакет с помощью добавления новых модулей.

Перечислим процедуры, тексты которых приведены в § 9.3.

Специальные процедуры

ALPHA	Расчет коэффициентов теплоотдачи в матричных теплообменниках
FSQ, FX, ZQ	Расчет распределения температур в перфорированном ребре
HEATHR	Моделирование трехпоточного теплообменника
HEATNP	Расчет многопоточного теплообменника
HEATWO	Моделирование двухпоточного теплообменника
HEAT2P	Расчет двухпоточного теплообменника
HEAT3P	Расчет трехпоточного теплообменника
KB2	Расчет коэффициентов теплопередачи гелиевого теплообменника
REKT	Моделирование ректификационной колонны
TROM	Расчет геометрических характеристик двухпоточного теплообменника

Процедуры расчета теплофизических свойств

EQIN	Расчет парожидкостного равновесия в системе кислород — аргон — азот
TRHE	Расчет термодинамических свойств гелия
TRHE	Расчет транспортных свойств гелия

Процедуры численных методов

DIRECT	Минимизация функции нескольких переменных методом прямого поиска
LININT	Линейная интерполяция нескольких функций одного аргумента
ROOT	Решение алгебраического уравнения методом Вегштейна
SIM1	Вычисление интеграла от таблично заданной функции
TRIDIAG	Решение трехдиагональной системы линейных алгебраических уравнений

Процедуры TRIDIAG, ROOT, SIM1, DIRECT представляют собой перевод с языка Алгол-60 алгоритмов 176, 266, 846, 1786 Библиотеки алгоритмов соответственно.

9.2. Характеристики процедур пакета и инструкции по их применению

Процедуры расчета и моделирования двухпоточных теплообменников. HEAT2P: PROCEDURE (A, JJ, B, KB) предназначена для интегрирования уравнений математической модели двухпоточного теплообменника, обработки на каждом шаге и печати результатов вычислений и определения управляющих параметров процедуры HEATWO. Интегрирование уравнений осуществляется методом Адамса, а на начальных шагах — методом Рунге—Кутты. Среднеинтегральные по поверхности теплообмена теплоемкости потоков и коэффициенты теплопередачи вычисляются по формуле Симпсона.

В процедуре HEAT2P часто используемые блоки выделены в процедуру Z вычисления правых частей системы дифференциальных уравнений и КОЕФ вычисления коэффициентов системы дифференциальных уравнений.

Входные параметры. A (22) — массив исходных данных для расчета теплообменника, элементы которого представляют собой следующие величины:

- 1 — массовый расход горячего потока, кг/с;
- 2 — площадь поперечного сечения одной трубки горячего потока, м²;
- 3 — эквивалентный диаметр горячего потока, м;
- 4 — вязкость горячего потока, Па·с;
- 5 — удельная теплоемкость горячего потока, Дж²/(кг·К);
- 6 — теплопроводность горячего потока, Вт/(м·К);
- 7 — массовый расход холодного потока, кг/с;
- 8 — площадь поперечного сечения холодного потока, м²;
- 9 — эквивалентный диаметр холодного потока, м;
- 10 — вязкость холодного потока, Па·с;
- 11 — удельная теплоемкость холодного потока, Дж/(кг·К);
- 12 — теплопроводность холодного потока, Вт/(м·К);
- 13 — отношение площади наружной поверхности теплообмена к площади внутренней поверхности;
- 14 — средний диаметр навивки труб, м;
- 15 — температура горячего потока на входе в теплообменник, К;
- 16 — температура горячего потока на выходе из теплообменника, К;
- 17 — давление горячего потока, атм;
- 18 — температура холодного потока на входе в теплообменник, К;
- 19 — температура холодного потока на выходе из теплообменника, К;

20 — давление холодного потока, атм;

21 — шаг интегрирования, м;

22 — внутренняя площадь поверхности одной трубки, м².

KB — имя процедуры расчета коэффициентов теплопередачи.

JJ (6) — массив управляющих параметров, содержащий следующие величины:

1 — длину массивов, в которых накапливаются результаты интегрирования;

2 — число узлов интерполяционной таблицы;

3 — порядок системы дифференциальных уравнений, J (3) = 2;

4 — число трубок горячего потока;

5 — номер теплообменника в системе;

6 — признак для печати, при JJ (66) = 1 печатаются результаты интегрирования на каждом шаге.

Выходные параметры. B (4) — массив результатов вычислений, где:

1 — приведенная площадь поверхности теплообмена, м²;

2 — среднеинтегральный коэффициент теплопередачи, кВт/(м²·К);

3 — среднеинтегральная удельная теплоемкость горячего потока, кДж/(кг·К);

4 — среднеинтегральная удельная теплоемкость холодного потока, кДж/(кг·К).

Величины A (4)—A (6), A (10)—A (12) вычисляются при работе программы, поэтому при вводе массива A им следует присвоить значения 0. Значение JJ (1) выбирается из условия JJ (1) ≥ L/A (21), где L — длина трубки.

TROM: PROCEDURE (D, I, B) предназначена для расчета геометрических характеристик двухпоточного теплообменника. Входными параметрами являются диаметр сердечника D и управляющий массив I (5). Геометрические характеристики оребренных поверхностей теплообмена выбираются из массива TR (10, 8) по значению I (3) и образуют массив B1 (8). Элементы массива B1 (8) представляют собой следующие величины:

1 — наружный диаметр трубки, м;

2 — внутренний диаметр трубки, м;

3 — диаметр проволоки, м;

4 — поперечный шаг намотки, м;

5 — продольный шаг намотки, м;

6 — коэффициент оребрения;

7 — шаг оребрения, м;

8 — эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м.

I (5) — управляющий массив, включающий в себя величины:

1 — число рядов труб горячего потока;

2 — число труб горячего потока;

3 — номер строки в таблице труб;

4 — признак печати, при I (4) = 1 печатается максимум информации;

5 — номер теплообменника в системе.

Выходными параметрами являются 2, 3, 8, 9, 13, 14-й элементы массива В, совпадающие по смыслу с соответствующими элементами входного массива А процедуры HEAT2P.

Если при вызове процедуры TROM диаметр сердечника D = 0 и число труб I (2) = 0, то они вычисляются в программе.

Моделирование двухпоточных теплообменников осуществляется с помощью HEATWO: PROCEDURE (A, J, V). Процедура позволяет определить температуры выходящих потоков в различных режимах при заданных геометрии и поверхности теплообмена. Задача решается путем использования связи между числом единиц переноса тепла и эффективностью теплообмена для данной схемы относительного движения потоков.

Входные параметры. А (8) — массив, элементы которого:

1 — температура, поступающего горячего потока, К;

2 — массовый расход горячего потока, кг/с;

3 — давление горячего потока, атм;

4 — температура горячего потока на выходе из аппарата, К;

5 — температура поступающего холодного потока, К;

6 — массовый расход холодного потока, кг/с;

7 — давление холодного потока, атм;

8 — температура холодного потока на выходе из аппарата, К.

J (5) — массив управляющих параметров, элементы которого те же, что в массиве В результатов вычислений процедуры HEAT2P; 5 — признак варианта исходных данных; при J (5) = 1 известны А (1), А (5), определяются В (1) и В (5); при J (5) = 2 известны А (4), А (5), определяются В (4) и В (5); при J (5) = 3 даны А (1), А (8), определяются В (1) и В (8).

Выходные параметры. В (8) — массив результатов вычислений, где:

1 — температура горячего потока на выходе из аппарата, К;

2 — массовый расход горячего потока, кг/с;

3 — давление горячего потока, атм;

4 — температура поступающего горячего потока, К;

5 — температура холодного потока на выходе из аппарата, К;

6 — массовый расход холодного потока, кг/с;

7 — давление холодного потока, атм;

8 — температура поступающего холодного потока.

Расчет коэффициентов теплопередачи. Коэффициенты теплопередачи в витых теплообменниках из труб, оребренных проволокой, рассчитываются по методике, изложенной в § 1.3. Для вычисления коэффициентов теплопередачи в аппаратах с относительной кривизной змеевиков, большей 0,0123, используется KB2: PROCEDURE (A, V). Расчет может быть выполнен при любых режимах течения потоков внутри трубы и в межтрубном пространстве.

Массив входных параметров А (22) процедуры KB2 тот же,

что в процедурах расчета двухпоточных теплообменников. Входные параметры — массив В (3), в котором:

1 — коэффициент теплоотдачи внутри труб (горячий поток), Вт/(м²·К);

2 — коэффициент теплопередачи в межтрубном пространстве (холодный поток), Вт/(м²·К);

3 — коэффициент теплопередачи, отнесенный к внутренней поверхности трубы, Вт/(м²·К).

Процедуры расчета и моделирования трехпоточных теплообменников. HEAT3P: PROCEDURE (A, JJ, V1, V2, KV) предназначена для интегрирования уравнений математической модели трехпоточного теплообменника и определения управляющих параметров процедуры HEATHR. В процедуре HEAT3P выделены процедуры: Z — вычисления правых частей системы дифференциальных уравнений, KOEF — вычисления коэффициентов системы и процедура-функция FUNC — вычисления правой части уравнения (1.125).

Входные параметры. А (30) — массив исходных данных, элементы которого представляют собой следующие величины: первые 22 элемента — те же, что и в процедуре HEAT2P;

23 — массовый расход детандерного потока, кг/с;

24 — площадь поперечного сечения одной трубки детандерного потока, м²;

25 — эквивалентный диаметр детандерного потока, м;

26 — отношение площади наружной поверхности теплообмена к площади внутренней;

27 — средний диаметр навивки труб детандерного потока, м;

28 — температура детандерного потока на входе в теплообменник, К;

29 — температура детандерного потока на выходе из теплообменника;

30 — давление детандерного потока, атм;

JJ (7) — массив управляющих параметров, элементы 1—4 которого те же, что в процедуре HEAT2P;

5 — число трубок детандерного потока;

6 — номер теплообменника в системе;

7 — признак для печати.

Выходные параметры. В1 (4), В2 (4) — массивы результатов вычислений, элементы которых те же, что в процедуре HEAT2P для дроссельной и детандерной секций соответственно.

HEATHR: PROCEDURE (AG, AD, JG, JD, BG, VD) предназначена для определения долей обратного потока, обменивающегося теплом с дроссельным и детандерным потоками, и для решения задачи моделирования трехпоточного теплообменника сведением ее к моделированию двух двухпоточных (дроссельного и детандерного).

Процедуры расчета термодинамических и транспортных свойств гелия. Необходимость расчета теплофизических свойств

гелия-4 при моделировании криогенных гелиевых установок требует выбора в качестве независимых переменных уравнений состояния давления p и температуры T . Поскольку уравнения состояния реальных газов в переменных p, T практически отсутствуют, расчет свойств идет по следующему алгоритму.

На первом этапе находится аналитическое решение кубического уравнения вида $z=z(p, T)$, которое является начальным приближением при итеративном решении уравнения состояния В. Н. Тарана $p=p(v, T)$ на втором этапе. Остальные искомые функции определяются по аналитическим выражениям, полученным в результате дифференцирования и интегрирования уравнения состояния в соответствии с термодинамическими соотношениями.

Для решения уравнения $p=p(v, T)$ применен метод Вегстейна решения алгебраических уравнений вида $x=f(x)$, обеспечивающий нахождение корня с заданной точностью за 1—4 итерации.

Транспортные свойства гелия-4 рассчитываются по полиномам $y=f(\Pi, \Theta)$, коэффициенты которых получены аппроксимацией экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Для повышения точности аппроксимации область определения функций разделена на несколько подобластей.

Приведенные ниже процедуры TRNE и TRHE являются переводом на язык ПЛ/1 процедур, реализованных Г. Я. Рувинским на Алголе-60, с некоторыми модификациями, направленными на уменьшение длины программ и повышение их быстродействия. Расчеты выполняются только для газовой фазы.

Входные параметры. P1 — давление, атм; T — абсолютная температура, К; B (55) — массив коэффициентов уравнения состояния В. Н. Тарана; YL (80) — массив коэффициентов уравнения теплопроводности; YV (64) — массив коэффициентов уравнения вязкости.

Выходные параметры. Результаты вычислений помещаются в массив PE (11), где:

- 1 — вязкость $\eta \cdot 10^7$, Па·с;
- 2 — теплопроводность λ , Вт/(м·К);
- 3 — не используется;
- 4 — $p(v) - v$;
- 5 — энтальпия h , кДж/кг;
- 6 — параметр, характеризующий успешность выполнения процедуры, если отклонение выше допустимого, то PE (6) < 0;
- 7 — внутренняя энергия u , кДж/кг;
- 8 — плотность ρ , кг/м³;
- 9 — изобарная удельная теплоемкость c_p , кДж/(кг·К);
- 10 — изохорная удельная теплоемкость c_v , кДж/(кг·К);
- 11 — число итераций при нахождении корня.

Процедуры расчета процесса ректификации. REKT: PROCEDURE (A, XF, JJ) предназначена для поверочного расчета колонны разделения воздуха по алгоритму § 5.3.

Входные параметры. A (5) — массив исходных данных, элементы которого представляют собой следующие величины:

- 1 — количество дистиллята D;
 - 2 — количество питания F;
 - 3 — количество флегмы R;
 - 4 — давление в колонне p , кПа;
 - 5 — погрешность ϵ .
- XF (3) — состав питания, где:
- 1 — концентрация кислорода;
 - 2 — концентрация аргона;
 - 3 — концентрация азота.

JJ (2) — массив управляющих параметров, где:

- 1 — число тарелок в колонне;
- 2 — номер тарелки питания.

Результатом работы процедуры REKT являются профили концентраций и температур на тарелках колонны, печатаемые на каждой 10-й итерации и в конце расчета, при выполнении условия

$$|1 - \sum_j x_{ji}| \leq \epsilon, \quad j=1, 2, \dots, N_1.$$

Расчет парожидкостного равновесия в системе кислород—аргон—азот осуществляется с помощью EQIN:PROCEDURE (X, P, Y, T).

Входные параметры. X (3) — массив молярных концентраций в жидкой фазе элементы которого:

- 1 — концентрация кислорода;
 - 2 — концентрация аргона;
 - 3 — концентрация азота;
- P — общее давление смеси, кПа.

Выходные параметры. Y (3) — массив молярных концентраций в газовой фазе, элементы которого расположены в том же порядке, что в массиве X; T — температура смеси.

Процедуры расчета многопоточного матричного теплообменника. Расчет многопоточного матричного теплообменника по алгоритму, описанному в § 2.2, осуществляется с помощью процедур HEATNP, ALPHA, ZQ, FSQ, FX, выполняющих отдельные этапы вычислений. HEATNP:PROCEDURE (A, JJ, B, KB) предназначена для интегрирования системы (2.37) с граничными условиями, заданными на холодном конце аппарата. В процедуре HEATNP выделены процедуры Z вычисления правых частей системы дифференциальных уравнений и KOEF вычисления коэффициентов системы. Алгоритмом предусмотрен расчет N-поточного аппарата, в котором распределение теплообменивающихся потоков — азота (1), воздуха (2), кислорода (3) по каналам может быть произвольным.

Входные параметры. A (0; N) — массив исходных данных. Здесь N — число каналов теплообменника; A (0) — шаг интегрирования, м; A (1)—A (N) — энтальпия потоков в каналах

1—N на холодном конце аппарата (граничные условия задачи).

JJ (0:N+1) — массив управляющих параметров, где JJ (0)=N; JJ (1)—JJ (N) — массив, характеризующий распределение потоков по каналам теплообменника; JJ (N+1) — признак для печати; при JJ (N+1)=1 печатаются результаты интегрирования на каждом шаге.

Например, для 5-поточного аппарата азот—воздух—кислород—воздух—азот в массиве JJ должно быть: 5, 1, 2, 3, 2, 1, 0. KB — имя процедуры для расчета коэффициентов теплоотдачи.

Выходные параметры. В (0:N) — массив, в котором: В (0) — высота аппарата, м; В (1) — В (N) — энтальпии потоков в каналах 1—N на теплом конце аппарата.

Помимо входных величин, передаваемых процедуре в виде параметров, в ней используются массивы (AA, AB, AK) (23), (HA, HB, HK) (26 * 5), LCU (4 * 2), имеющие EXTERNAL-атрибут.

Массивы AA, AB, AK используются для расчета теплоотдачи в каналах и распределения температур в ребрах. Их элементы представляют собой следующие величины:

- 1 — диаметр отверстия перфорации, м;
- 2 — шаг перфорации, м;
- 3 — толщина теплопроводной пластины, м;
- 4 — толщина прокладки, м;
- 5 — толщина матрицы, м;
- 6 — толщина разделительной стенки, м;
- 7 — длина канала в поперечном сечении, м;
- 8 — ширина канала (длина ребра), м;
- 9 — пористость пластины, м³/м³;
- i0 — компактность, м²/м³;
- 11 — площадь сечения каналов, м²;
- 12 — массовый расход, кг/с;
- 13 — массовая скорость в отверстиях, кг/(м²·с);
- 14 — вязкость газа, Па·с;
- 15 — теплопроводность газа, Вт/(м·К);
- 16 — удельный объем, м³/кг;
- 17 — теплопроводность материала ребра, Вт/(м·К);
- 18 — теплопроводность материала прокладки, Вт/(м·К);
- 19 — коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К);
- 20 — энтальпия на холодном конце аппарата, кДж/кг;
- 21 — энтальпия на теплом конце аппарата, кДж/кг;
- 22, 23 — краевые условия системы (2.25).

Величины AA (13) — AA (19); AA (22), AA (23) вычисляются при работе программы. Величину AA (20) следует задавать для холодных потоков (азот, кислород), AA (21) — для теплого (воздух).

Одномерные массивы HA, HB, HK необходимы для расчета теплофизических свойств азота, воздуха и кислорода соответственно. Их элементы должны быть расположены в следую-

щем порядке: $h_1, h_2, \dots, h_{26}, T_1, T_2, \dots, T_{26}, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{26}, \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{26}, \nu_1, \nu_2, \dots, \nu_{26}$.

Массив LCU используется для расчета теплопроводности меди. В нем задаются $T_1, T_2, T_3, T_4, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$. Все свойства определяются с помощью линейной интерполяции.

Коэффициенты теплоотдачи в теплообменнике из перфорированных пластин вычисляются по зависимости (2.56) с помощью ALPHA:PROCEDURE (A, B). Массив входных параметров A (23) соответствует массивам AA, AB, AK, выходные параметры — массиву B, где B (1) — коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К).

Расчет распределения температур в перфорированном ребре осуществляется интегрированием уравнения (2.55) с помощью разностной схемы (2.28) в процедуре ZQ. Расчет величины $\sqrt{h(x)}$ в выражении (2.25) осуществляется процедурой FSQ, а функции $\Phi(x)$ по формуле (2.26) — процедурой FX.

Для решения нелинейной краевой задачи в постановке (2.43) используется процедура DIRECT, вычисление минимизируемой функции (2.44) осуществляется в процедуре HFUNC.

Процедуры расчета многоточного матричного теплообменника реализованы С. В. Бодюлом.

9.3. Тексты процедур на языке ПЛ/1

```

MEMBER ALPHA
#####

10 ALPHA:PROCEDURE(A,B);
20   DECLARE (A,B)(*) FLOAT REAL DECIMAL; B(1)=A(1
30   )+A(13)/A(14); B(1)=0.2*B(1)+0.64; B(1)=B(1)+A(15)/A(1); EN
D ALPHA;

MEMBER DIRECT
#####

10 DIRECT:PROCEDURE(K,RHO,DELTA,S,MAX,PSI,D,SPSI)
20   DECLARE (RHO,DELTA,SPSI,D,PSI(*) )FLOAT,
30   (K,MAX)FIXED)REAL DECIMAL,S ENTRY(,);
40   DECLARE ((SPHI,SS,THETA,R,(PHI,S1)(K))FLOAT,
50   (I,EVAL)FIXED)REAL DECIMAL;
60   EE:PROCEDURE;
70   DO I=1 TO K;PHI(I)=PHI(I)+S1(I);
80   CALL S(PHI,R);SPHI=R;EVAL=EVAL+1;IF SPHI<SS THE
N SS=SPHI;
90   ELSE DO;S1(I)=-S1(I);PHI(I)=PHI(I)+2.*S1(I);
100  IF EVAL<MAX THEN EVAL=EVAL+1;ELSE GO TO FIN;
110  CALL S(PHI,R);SPHI=R;IF SPHI<SS THEN SS=SPHI;
120  ELSE PHI(I)=PHI(I)-S1(I);END;END;END EE;
130  DO I=1 TO K;S1(I)=D*ABS(PSI(I));
140  IF S1(I)<1E-18 THEN S1(I)=D;END;
150  CALL S(PSI,R);SPSI=R;EVAL+1;
160  N1:SS=SPSI;PHI=PSI;CALL EE;
170  IF SS<SPSI THEN DO;
180  N2:DO I=1 TO K;IF PHI(I)>PSI(I);S1(I)<0 THEN
190  S1(I)=-S1(I);THETA=PSI(I);PSI(I)=PHI(I);
200  PHI(I)=2.*PHI(I)-THETA;END;SPSI=SS;
210  IF EVAL<MAX THEN EVAL=EVAL+1;ELSE GO TO FIN;
220  CALL S(PHI,R);SS,SPHI=R;CALL EE;
230  IF SS>SPSI THEN GO TO N1;
240  DO I=1 TO K; IF ABS(PHI(I)-PSI(I))>.5*ABS(S1(I)
) THEN GO TO N2;
250  END;END;
260  IF D=DELTA THEN DO;
270  IF EVAL>MAX THEN GO TO FIN;
280  D=RHO*D;S1=RHO*S1;GO TO N1; END;
290  FIN:MAX=EVAL;
300  END DIRECT;

```

248

```

MEMBER EOIN
#####

10 EOIN:PROCEDURE(X,P,Y,T);
20   DCL((X,Y)(*),P,T,P1,P2,P3,P4,R1,R2,R3) REAL DECI
MAL FLOAT;
30   DCL (RA1,RA2,RA3,LGP1,LGP,B,TO,FT) REAL DECIMAL
FLOAT;
40   DCL(L13,L23,AL13,AL23) REAL DECIMAL FLOAT;
50   DCL(C12,C13,C23,A12,A13,A23) REAL DECIMAL FLOAT;
60   DCL(A1A,B1B) REAL DECIMAL FLOAT;
70   DCL M REAL DECIMAL FLOAT;
80   P1=X(1)+X(2);P2=X(1)+X(3);P3=X(2)+X(3);P4=X(1)+X
(2)+X(3);
90   R1=X(2)-X(1);R2=X(3)-X(1);R3=X(3)-X(2);
100  RA1=R1+R1;RA2=R2+R2;RA3=R3+R3;
110  M=2.402*X(1)+2.5086*X(2)+2.8919*X(3)
120  +P1*(.084-.0215*R1+.0103*RA1)
130  +P2*(.2864-.157*R2+.061*RA2)
140  +P3*(.194-.086*R3+.041*RA3)+.004*P4;
150  B=-364.65*X(1)-345.48*X(2)-302.82*X(3)
160  +P1*(+.13.44-7.4*R1+2*RA1)+P2*(93.26-58*R2+27*RA2
)
170  +P3*(+54.92-26.1*R3+8*RA3)+5*P4;
180  LGP=LOG10(P);
190  A1A,B1B=0;
200  T=(B-B1B)/(LGP-M-A1A+.01*B);
210  IF T>77 & T<87.29 THEN DO;
220  A1A=X(1)+.1028*X(2)+.0839;
230  B1B=X(1)+9.3*X(2)+7.3;
240  T=(B-B1B)/(LGP-M-A1A+.01*B);
250  END;
260  IF T>87.29 & T<90.19 THEN DO;
270  A1A=X(1)+.1028;B1B=X(1)+9.3;
280  T=(B-B1B)/(LGP-M-A1A+.01*B);
290  END;
300  TO=100/T-1;
310  IF T>65 & T<77 THEN DO;
320  C13=-.4412-.794*TO;
330  A13=.0714+.1255*TO;
340  C12,C23,A12,A23=0;END;
350  IF T>77 & T<93 THEN DO;
360  C12=-.0979-.2340*TO;
370  C13=-.4247-.8498*TO;
380  C23=-.3268-.6159*TO;
390  A12=.0661+.1146*TO;
400  A13=.078+.0221*TO+0.273*TO*TO;
410  A23=.066+.0435*TO+.308*TO*TO;END;

```

9 Записи № 2070

249

```

420 IF T>93 & T<120 THEN DO;
430 C12=-.0979+.2339*T0;
440 C13=-.423-.9155*T0+.574*T0+T0;
450 C23=-.3251+.6816*T0+.574*T0+T0;
460 A12=.0661+.1146*T0;
470 A13=.078+.0221*T0+.273*T0+T0;
480 A23=.066+.574*T0+.308*T0+T0;END;
490 L13=C13+A13*R2+(A12-A23)*X(2);
500 L23=C23+A23*R3+(A12-A13)*X(1);
510 AL13=EXP(2.30258*L13);
520 AL23=EXP(2.30258*L23);
530 Y(1)=AL13*X(1)/(AL13*X(1)+AL23*X(2)+X(3));
540 Y(2)=AL23*X(2)/(AL13*X(1)+AL23*X(2)+X(3));
550 Y(3)=1-Y(1)-Y(2);
560 END EQIN;

```

MEMBER FSQ

```

10 FSQ:PROCEDURE (A,C);
20 DECLARE (A(*),C,Y,X1,B)FLOAT REAL DECIMAL;
30 Y=A(2)*FLOOR(C/A(2)); Y=C-Y;
40 IF Y>(A(2)-A(1)) & Y<A(2) THEN DO; X1=Y-A(2)+
A(1);
50 B=SQRT(X1+A(1)-X1*X1); B=A(2)/B; END; ELSE
B=A(2)/2;
60 RETURN(B); END FSQ;

```

MEMBER FX

```

10 FX:PROCEDURE (A,C);
20 DECLARE (A(*),B,C,D,E,X1,Y)FLOAT REAL DECIMAL
;
30 E=2*A(19)/A(17)/A(6); Y=A(2)+FLOOR(C/A(2));
Y=C-Y;
40 IF Y>(A(2)-A(1)) & Y<A(2) THEN DO; X1=Y-A(2)+
A(1);
50 D=SQRT(X1+A(1)-X1*X1); B=E-((1+A(19)*A(1)/A(1
7))+1/D*(A(1)+
60 A(1)/4/D-1)*(1-D/(A(2)-2*D))/D/(A(2)-2*D); E
ND; ELSE B=E;
70 RETURN(B); END FX;

```

MEMBER HEATHR

```

10 HEATHR:PROCEDURE(AG,AD,JG,JD,BG,BD);
20 DECLARE((AG(*),AD(*),JG(*),JD(*),BG(*),BD(*))FL
OAT;
30 IJ FIXED)REAL DECIMAL; /*AD(6)=GC*/
40 IF JG(5)>1.5&JG(5)<2.5 THEN IJ=5; ELSE IJ=8;GC=
AD(6);
50 EPS=1E-7;TL=.1*GC;TU=.9*GC;
60 DTC=.1;
70 AG(IJ)=AG(IJ)-DTC;
80 M2:DT=TU-TL;TA=TL+.382*DT;TB=TL+.618*DT;
90 M1:IF ABS(TU-TL)<=EPS THEN GO TO FIN;
100 AG(6)=TA;AD(6)=GC-TA; CALL HEATWO(AG,JG,BG);
110 CALL HEATWO(AD,JD,BD);P1=ABS(BG(IJ)-BD(IJ));
120 AG(6)=TB;AD(6)=GC-TB; CALL HEATWO(AG,JG,BG);
130 CALL HEATWO(AD,JD,BD);P2=ABS(BG(IJ)-BD(IJ));
140 IF P1<P2 THEN DO;TU=TB;TB=TA;
150 TA=TL+.382*(TU-TL);GO TO M1;END;
160 IF P1>P2 THEN DO;TL=TA;TA=TB;
170 TB=TL+.618*(TU-TL);GO TO M1;END;
180 IF P1=P2 THEN DO;TL=TA;TU=TB;GO TO M2;END;
190 FIN:DT=.5*(BG(IJ)+BD(IJ));
200 IF DT<BG(1)&DT<BD(1) THEN BG(IJ),BD(IJ)=DT;
210 ELSE BG(IJ),BD(IJ)=MIN(BG(IJ),BD(IJ));
220 BG(6),BD(6)=BG(6)+BD(6);
230 END HEATHR;

```

MEMBER HEATNP

```

10 HEATNP:PROCEDURE(A,JJ,B,KB);
20 DECLARE((A,B)(*) FLOAT,JJ(*) FIXED)REAL DECIM
AL,KB ENTRY(,);
30 DECLARE((Y,F,FK,FK1,FK2,FK3,F1,Y1,Y2)(JJ(0)),
S(5),SUM,T1,EE,
40 E,G,H,T) REAL DECIMAL FLOAT,(COMP,NUMB,NB)
50 REAL DECIMAL FIXED;
60 DECLARE((TETA(JJ(0)),W,LR,R,TWCP,K1,K2)LEF,LM
70 R1,R2,R3,R4,INT,H2) FLOAT, L FIXED) REAL DECI
MAL;
80 DECLARE(RI(4),AL(0:JJ(0)),TE(0:JJ(0)),TP(JJ(0
)),ALP(2);
90 TW(JJ(0)+1,2)REAL DECIMAL FLOAT;
100 DECLARE((AA,AB,AK)(23),(HA,HB,HK)(130),LCU(B)
)
110 DECIMAL FLOAT EXTERNAL;

```

```

120 Z:PROCEDURE(T,N,Y,F);
130 DECLARE((Y,F)(+),T)FLOAT, N FIXED; REAL DECI
MAL;
140 DO I=1 TO N; J=JJ(I); IF J=1 THEN DO; W=AA(13
); LR=AA(8);
150 END; ELSE IF J=2 THEN DO; W=AB(13); LR=AB(8);
END;
160 ELSE DO; W=AK(13); LR=AK(8); END;
170 F(I)=(2*TE(I)-TW(I,2)-TW(I+1,1))+AA(4)/AA(5)
+AA(10)+TR(I));
180 AL(I)/W/LR/AA(9)+(-1)**I; END; END Z;
190 KDEF:PROCEDURE (Y);
200 DECLARE Y(+) REAL DECIMAL FLOAT;
210 R=0;
220 DO I=1 TO N; J=JJ(I);
230 IF J=1 THEN DO; CALL LININT(Y(I),RI,00026,NA,
4,1);
240 AR(16)=RI(3);
250 TE(I)=RI(1); AA(15)=RI(2); AA(16)=RI(4); CALL
ALPHA(AA,ALF);
260 END; ELSE IF J=2 THEN DO; CALL LININT(Y(I),RI
,00026,NB,4,1);
270 AB(16)=RI(3); TE(I)=RI(1); AB(15)=RI(2); AB(1
6)=RI(4);
280 CALL ALPHA(AB,ALF); END; ELSE DO;
290 CALL LININT(Y(I),RI,00026,HK,4,1); AK(16)=RI(
3); TE(I)=RI(1);
300 AK(15)=RI(2); AK(16)=RI(4); CALL ALPHA(AK,ALF
); END;
310 AL(I)=ALF(1); END;
320 TWCP=0; TE(0)=TE(2); AL(0)=AL(2); DO I=1 TO N
; J=JJ(I); K=I-1;
330 K2=1/AL(K); K1=K2+AA(6)/LBF+1/AL(I);
340 TW(I,1)=TE(K)-(TE(K)-TE(I))*K2/K1; TW(I,2)=TE
(K)-(TE(K)-
350 TE(I))*AA(6)/LBF+K2)/K1; TWCP=TWCP+TW(I,1)+T
W(I,2); END;
360 TWCP=TWCP/2/N; TW(N+1,1)=TW(N,2);
370 CALL LININT(TWCP,RI,00006,LCU,1,1); AA(17),AB
(17),AK(17)=LM;
380 LBF=(LM+AA(3)+AA(18)+AA(4))/AA(5); R1=SQRT(AA
(2)/2);
390 DO I=1 TO N; R2=(TE(I)-TW(I,2))*R1; R3=(TE(I)
-TW(I+1,1))*R1;
400 J=JJ(I); IF J=1 THEN DO; AA(22)=R2; AA(23)=R3
;
410 CALL ZQ(AA,L,TETA); R4=AA(8); END; ELSE IF J=
2 THEN DO;

```

```

420 AB(22)=R2; AB(23)=R3; CALL ZQ(AB,L,TETA); R4=
AB(8); END;
430 ELSE DO; AK(22)=R2; AK(23)=R3; CALL ZQ(AK,L,T
ETA);
440 R4=AK(8); END; CALL SIM1(L,R,R4,TETA,INT); TP
(I)=INT;
450 IF JJ(N+1)=1 THEN DO;
460 PUT SKIP(2) EDIT('РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗБИТОЧНЫХ ТЕ
МПЕРА',
470 ' ТУР В РЕБРЕ ',I,'-ОГО КАНАЛА')(A,F(2),A);
480 PUT SKIP LIST(TP(I));
490 PUT SKIP LIST(TETA);
500 END;
510 END; END KDEF;
520 IF JJ(N+1)=1 THEN
530 PUT SKIP(3) EDIT('РАСЧЕТ МНОГОМОТОННОГО МАТРИ
ЧНОГО',
540 ' ТЕПЛООБМЕННИКА')(A,A);
550 L=20;
560 COMP=4; E=,001; N=JJ(0); H=A(0); S(1),S(2),S(
5)]=5*H;
570 NB=0; DO I=1 TO N; IF JJ(I)=2 THEN NB=NB+1; E
ND;
580 S(3),S(4)=H; G=H/24; T,NUMB=0;
590 DO I=1 TO N; Y(I)=A(I); CALL KOEF(Y);
600 0:IF NUMB<COMP THEN DO;BEGIN; DECLARE(I,J)REAL
DECIMAL FIXED;
610 Y1=TY1,Y2=Y; DO J=1 TO 4; CALL Z(T,N,Y2,F1);
T=T1+S(J);
620 DO I=1 TO N; Y(I)=Y(I)+S(J+1)*F1(I)/3; Y2(I)=Y1
(I)+S(J)*F1(I);
630 END;END; NUMB=NUMB+1; END; END; ELSE DO; BEGI
N;
640 DECLARE I REAL DECIMAL FIXED;
650 Y2=Y+(10*FK-5*FK1+FK2)*G;
660 Y=Y+(55*FK-59*FK1+37*FK2-9*FK3)*G; T=T+H;
670 01:Y1=Y; CALL Z(T,N,Y,F1); Y=Y2+9*F1*G;
680 DO I=1 TO N; IF ABS(Y(I))>1 THEN EE=ABS(Y(I))
*E;
690 ELSE EE=E; IF ABS(Y(I)-Y1(I))>EE THEN GO TO 0
1; END; END;
700 END; FK3=FK2; FK2=FK1;FK1=FK; CALL Z(T,N,Y,FK
); CALL KOEF(Y);
710 IF JJ(N+1)=1 THEN DO;
720 PUT SKIP(2) EDIT('РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТАЛЬПИИ ПОУ
ОКОВ',
730 ' ПО КАНАЛАМ')(A);
740 PUT SKIP LIST(T,Y);
750 END;

```



```

760     SUM=0; DO I=1 TO N; IF JJ(I)=2 THEN
770     SUM=SUM+Y(I); END; SUM=SUM/NB;
780     IF SUM<AB(21) THEN GO TO 0; B(0)=T;
790     DO I=1 TO N; B(I)=Y(I); END;
800     END HEATNP;

```

```

MEMBER HEATWO
#####

```

```

10  HEATWO:PROCEDURE(A,J,B);
20  DECLARE(A(*),J(*),B(*))REAL DECIMAL FLOAT;
30  /*A(1)=TH1,A(2)=GH,A(3)=PH,A(4)=TH2,A(5)=TC1,A(
6)=GC,A(7)=PC,
40  A(8)=TC2,J(1)=F,J(2)=K,J(3)=CH,J(4)=CC,B(1)=THZ
,B(2)=GH,B(3)=PH,0
50  B(4)=TH1,B(5)=TC2,B(6)=GC,B(7)=PC,B(8)=TC1+
60  WC=A(6)+J(4);WH=A(2)+J(3);WHI=MIN(WC,WH);WMA=MA
X(WC,WH);
70  C=WHI/WMA;NTU=J(1)+J(2)/WMI;E=EXP(-NTU*(1-C));
80  E=(1-E)/(1-C+E); IF E>.9999 THEN E=.9999; B=A;
90  IF J(5)<1.5 THEN DO;B(1)=A(1)-WHI*(A(1)-A(5))+E
/WH;
100  B(5)=A(5)+WHI*(A(1)-A(5))+E/WC;END; ELSE
110  IF J(5)>1.5&J(5)<2.5 THEN DO;B(4)=(WH+A(4)-WHI+
E+A(5))/
120  (WH-E+WHI);B(5)=(E+WMI*(B(4)-A(5))+WC+A(5))/WC;
END;ELSE
130  IF J(5)>2.5 THEN DO;
140  B(8)=(WHI+A(1)+E-WC+A(8))/(WHI+E-WC);
150  B(1)=(WH+A(1)-WHI*(A(1)-B(8))+E)/WH;END;
160  IF 3.5>J(5)&J(5)>2.5&A(1)<A(8) THEN DO; B(1)=A(
1);A(1)=A(8);
170  A(8)=B(1);B(8)=(WHI+A(1)+E-WC+A(8))/(WHI+E-WC);
180  B(1)=(WH+A(1)-WHI*(A(1)-B(8))+E)/WH;C=B(1);B(1)
=B(8);B(8)=C;
190  C=A(1);A(1)=A(8);A(8)=C;END;
200  END HEATWO;

```

```

MEMBER HEAT2P
#####

```

```

10  HEAT2P:PROCEDURE(A,JJ,B,KB);
20  DECLARE(A(*),B(*)) REAL DECIMAL FLOAT,
30  JJ(*) REAL DECIMAL FIXED,KB ENTRY(,);
40  /*A(1)=GH,A(2)=FH,A(3)=DH,A(4)=MH,A(5)=CH,A(6)=
LH,
50  A(7)=GC,A(8)=FC,A(9)=DC,A(10)=MC,A(11)=CC,A(12)
=LC,
60  A(13)=FC/FH,A(14)=DSR,A(15)=TH1,A(16)=TH2,A(17)

```

```

=PH,
70  A(18)=TC1,A(19)=TC2,A(20)=PC,A(21)=H,JJ(1)=M1,J
J(2)=M,JJ(3)=N,
80  B(1)=FK,B(2)=K,B(3)=CH,B(4)=CC,JJ(4)=NM+
90  DECLARE(BT(55),YL(80),YB(64))DECIMAL FLOAT EXTER
NAL;
110  TIM(3)=(JJ(2)+1),TIC(3)=(JJ(2)+1),TI(4),PEN(1)
,KL(0);JJ(1);
120  CPM(0);JJ(1),CPC(0);JJ(1),NTU)REAL DECIMAL FLOA
T,(N,IN,
130  J,COMP,NUMB,M1,II)REAL DECIMAL FIXED;
140  Z:PROCEDURE(T,N,Y,F);
150  OECLEARE ((Y,F)(*)FLD,F,N FIXED)REAL DECIMAL;
160  CALL LININT(Y(1),YI,M1,TIM,2,1);
170  CALL LININT(Y(2),YI,M1,TIC,2,3);
180  WC=TI(1)-YI(3); F(1)=B(1)+WC;F(2)=B(2)+WC; END
Z;
190  KOEF:PROCEDURE(Y); DECLARE Y(*)REAL DECIMAL FLOAT;
200  CALL TRHE(A(17),YI(1),YL,YB,PEN);
210  A(4)=1E-7*PEN(1);A(6)=PEN(2);CPH(II)=TI(2);A(5)
=1E3*TI(2);
220  CALL TRHE(A(20),YI(3),YL,YB,PEN);
230  A(10)=1E-7*PEN(1);A(12)=PEN(2);CPC(II)=TI(6);A(
11)=1E3*TI(4);
240  CALL KB(A,B);KL(II)=B(3);B(1)=3.14+A(3)*B(3)+.0
01/A(1);
250  B(2)=3.14+A(3)+B(3)+.001+JJ(6)/A(7);II=II+1; EN
D KOEF;
260  MP:FORMAT(SKIP,4 F(10,3));
270  DISPLAY('HEAT2P STARTED, '11JJ(5)');
280  PUT SKIP(10) LIST('ABYXΠOTOTCHHH YEPΠO0BMEHHK',
JJ(5));
290  PUT SKIP(2);
300  A(1)=A(1)/JJ(4);M1=JJ(2)+1;
310  G=(A(15)+20-A(16))/JJ(2);H=(A(19)+20-A(18))/JJ(
2);
320  DO J=1 TO M1;B(1)=A(16)+(J-1)*G;B(2)=A(18)+(J-1
)*H;
330  CALL TPHE(A(17),B(1),BT,PEN);
340  TIM(J)=PEN(5);TIM(J+M1)=B(1);TIM(J+2*M1)=PEN(9)
;
350  CALL TPHE(A(20),B(2),BT,PEN);
360  TIC(J)=PEN(5);TIC(J+M1)=B(2);TIC(J+2*M1)=PEN(9)
;END;
370  COMP=4;E=.001;N=JJ(3);H=A(21);S(1),S(2),S(5)=.5
+M1S(3),S(4)=M1;
380  G=N/24;Y(1)=TIM(1);Y(2)=TIC(1);YI(1)=A(16);

```

```

390      TI(3)=A(18);TI(2)=TIH(1+2*M1);TI(6)=TIC(1+2*M1)
;
400      NTU=A(22)/3.14/A(3);
410      OS:T,NUMB,II=0; CALL KOEF(Y);
420      IF JJ(6)=1 THEN
430          PUT EDIT(T,Y,TI(1),TI(3),B(3))(R(MP));
440      O:IF NUMB<COMP THEN DO;BEGIN; DECLARE(I,J)REAL D:
DECIMAL FIXED;
450          T1=T;Y1,Y2=Y; DO J=1 TO 4; CALL Z(T,N,Y2,F1);T=
T1+S(J);
460          DO I=1 TO N;Y(I)=Y(I)+S(J+1)+F1(I)/3;Y2(I)=Y1(I)
)+S(J)+F1(I);
470      END;END;NUMB=NUMB+1;END;END; ELSE DO; BEGIN;
480      DECLARE I REAL DECIMAL FIXED;
490      Y2=Y+(19*FK-9*FK1+FK2)*G;
500      Y=Y+(55*FK-59*FK1+37*FK2-9*FK3)*G;T=T+H;
      A(1)=A(1)+JJ(4);
510      O1:Y1=Y; CALL Z(T,N,Y,F1);Y=Y2+9*F1+G;
520      DO I=1 TO N;IF ABS(Y(I))>1 THEN RE=ABS(Y(I))+E;
530      ELSE EE=E; IF ABS(Y(I)-Y1(I))>EE THEN GO TO O1;
      END; END;
540      END;
550      FK3=FK2;FK2=FK1;FK1=FK; CALL Z(T,N,Y,FK); CALL
      KOEF(Y);
560      IF JJ(6)=1 THEN
570          PUT EDIT(T,Y,TI(1),TI(3),B(3))(R(MP));
580      IF T<NTU THEN GO TO O;
590      A(1)=A(1)+JJ(4);
610      M1=II-1;J=2*FLOOR(M1/2); IF J<M1 THEN M1=M1-1;
620      E=(KL(0)-KL(M1))/2;G=(CPH(0)-CPH(M1))/2;
630      H=(CPC(0)-CPC(M1))/2; DO J=2 TO M1 BY 2;
640      E=E+2*KL(J-1)+KL(J);G=G+2*CPH(J-1)+CPH(J);
650      H=H+2*CPC(J-1)+CPC(J);END;J=3+M1;
660      B(2)=2*E/J;B(3)=2*G/J;B(4)=2*H/J;
670      B(2)=.001*B(2);
680      WC=A(7)+B(4);WH=A(1)+B(3);WMI=MIN(WC,WH);WMA=MA
      X(WC,WH);
690      E=WH*(TI(1)-A(16))/WMI/(TI(1)-A(18));
700      IF E>.9999 THEN E=.9999; G=WMI/WMA;
710      NTU=(LOG(1-E)-LOG(1-E+G))/(G-1);B(1)=NTU*WMI/B(
      2);
720      PUT SKIP(2);
730      PUT EDIT(B)(R(MP));
740      DISPLAY('HEAT2P ENDED');
750      END HEAT2P;

```

```

MEMBER HEAT3P
#####
10      HEAT3P:PROCEDURE(A,JJ,B1,B2,KB);
20      DECLARE((A(+),B1(+),B2(+))FLOAT,JJ(+))FIXED)REAL
      DECIMAL;
30      KB ENTRY(,);
40      /*A(1)=GH,A(2)=FH,A(3)=DH,A(4)=MH,A(5)=CH,A(6)=
      LH,A(7)=GC,
50      A(8)=FC,A(9)=DC,A(10)=MC,A(11)=CC,A(12)=LC,
      A(13)=FH/FB,A(14)=DCP,
60      A(15)=TH1,A(16)=TH2,A(17)=PH,A(18)=TC1,A(19)=TO
      2,A(20)=PC,
70      A(21)=H,A(22)=F,A(23)=GD,A(24)=FD,A(25)=DD,
      A(26)=FX/FD,A(27)=DCD,
80      A(28)=TD1,A(29)=TD2,A(30)=PD,JJ(1)=M1,JJ(2)=M,J
      J(3)=N,JJ(4)=NM,
90      JJ(5)=ND,JJ(6)=NUMBER,B1(1)=F,B1(2)=K,B1(3)=CH,
      B1(4)=CC,
100     B2(1)=FD,B2(2)=KD,B2(3)=CD,B2(4)=CC*/
110     DECLARE(BT(55),VL(80),YB(64))DECIMAL FLOAT EXTE
      RNAL;
120     DECLARE((S(5),(Y,FK,FK1),FK2,FK3,Y1,Y2,F1)(JJ(3)
      ),
      (TIH,TIC,TID)(3+
130     (JJ(2)+1)),TI(8),PE(11),(KL,CPH,CPC,KD,CPD)(0;J
      J(1)),A1(14),
140     KH(4))FLOAT,(J,COMP,NUMB,M1,II,N,II)FIXED)REAL
      DECIMAL;
150     DECLARE((TK,TA,EPS,F5,NTU)FLOAT,MK FIXED)REAL D
      ECIMAL;
160     Z:PROCEDURE(T,N,Y,F);
170     DECLARE((Y(+),F(+))FLOAT,N FIXED)REAL DECIMAL;
180     CALL LININT(Y(1),TI,M1,TIH,2,1);
190     CALL LININT(Y(2),TI,M1,TIC,2,3);
200     CALL LININT(Y(3),TI,M1,TID,2,5);
210     CALL LININT(Y(4),TI,M1,TIC,2,7);
220     WC=TI(1)-TI(3);WH=TI(5)-TI(7);
230     F(1)=KH(1)+WC;F(3)=KH(3)+WH;
240     F(2)=KH(2)+WC;F(4)=KH(4)+WH;
250     END Z;
260     KOEF:PROCEDURE(Y); DECLARE Y(+J REAL DECIMAL FLOAT;
270     CALL TRNE(A(17),YI(1),YL,YB,PE);
280     A(4)=1E-7+PE(1);A(6)=PE(2);CPH(II)=TI(2);A(5)=1
      E3+TI(2);
290     CALL TRNE(A(20),(TI(3)+TI(7))/2,YL,YB,PE);
300     A(10)=1E-7+PE(1);A(12)=PE(2);CPC(II)=(TI(4)+TI(
      8))/2;
310     A(11)=1E3+CPC(II);

```

```

320 CALL TPHE(A(30),TI(5),YL,YB,PE);
330 A1(4)=1E-7*PE(1);A1(6)=PE(2);CPD(II)=TI(6)/A1(5)
)=TI(6)*1E3;
340 A1(10)=A(10);A1(11)=A(11);A1(12)=A(12);
350 CALL KB(A,B1);KL(II)=B1(3); CALL KB(A1,B2);KD(II)
)=B2(3);
360 WD=3.14*A(3)+KL(II)+1E-3;
370 KH(1)=WD/A(1);KH(2)=WD/JJ(4)/WMI;
380 WD=3.14*A(25)+KD(II)+1E-3;
390 KH(3)=WD/A(23);KH(4)=WD/JJ(5)/WMA;II=II+1;
400 END KOEF;
410 FUNC:PROCEDURE(TK);
420 DECLARE(TK,F) REAL DECIMAL FLOAT;
430 MP:FORMAT(SKIP,8 F(10,3));
440 WMI=TK/1E5; WMA=A(7)+WMI;
450 M1=JJ(2)+1; E=1E-3; N=JJ(3); H=A(21);
460 CDP=4;S(1),S(2),S(3)=.5+H/8(3),.5(4)=H;
470 A(1)=A(1)/JJ(4);A(23)=A(23)/JJ(5);
480 A1(1)=A(23);A1(2)=A(24);A1(3)=A(25);A1(7)=A(7);
490 A1(8)=A(8);A1(9)=A(9);A1(13)=A(26);A1(14)=A(27)
;
500 G=H/24;T,NUMB,II=0;J=1+2*M1;
510 Y(1)=TIN(1);Y(2),Y(4)=TIC(1);Y(3)=TID(1);
520 TI(1)=A(16);TI(3),TI(7)=A(18);TI(2)=TIN(J);TI(4)
),TI(8)=TIC(J);
530 TI(5)=A(29);TI(6)=TID(J); NTU=A(22)/3.14/A(3);
540 CALL KOEF(Y);
550 IF IH=1 & JJ(7)=1 THEN
560 PUT EDIT(Y,TI(1),TI(3),TI(5),TI(7),B1(3),B2(3))
(R(NP));
570 O:IF NUMB<CDP THEN DO; BEGIN; DECLARE(I,J) REAL
DECIMAL FIXED;
580 Y1=T/Y1,Y2=Y; DO J=1 TO 4; CALL Z(T,N,Y2,F1);Y=
T1+S(J);
590 DO I=1 TO N;Y(I)=Y(I)+S(J+1)*F1(I)/3;Y2(I)=Y1(I)
)+S(J)*F1(I);
600 END;END;NUMB=NUMB+1;END;END; ELSE DO; BEGIN;
610 DECLARE I REAL DECIMAL FIXED;
620 Y2=Y+(19*FK-9*FK1+FK2)*G;
630 Y=Y+(55*FK-59*FK1+37*FK2-9*FK3)*G; T=T+H;
640 O1:Y1=Y; CALL Z(T,N,Y,F1); Y=Y2+9*F1*G;
650 DO I=1 TO N; IF ABS(Y(I))>1 THEN EE=ABS(Y(I))+E
;
660 ELSE EE=E; IF ABS(Y(I)-Y1(I))>EE THEN GO TO O1;
END;END;END;
670 FK3=FK2;FK2=FK1;FK1=FK; CALL Z(T,N,Y,FK); CALL
KOE(Y);
680 IF IH=1 & JJ(7)=1 THEN

```

```

490 PUT EDIT(Y,TI(1),TI(3),TI(5),TI(7),B1(3),B2(3))
(R(NP));
780 IF T<NYU THEN GO TO D;
790 A(1)=A(1)+JJ(4);A(23)=A(23)+JJ(5);
790 F=TI(3)-TI(7);
790 PUT SKIP EDIT(WMI,WMA,F)(3 F(10,3));
740 RETURN(F+TK);
750 END FUNC;
740 MP:FORMAT(SKIP,8 F(10,3));
790 DISPLAY('HEAT3P STARTED',11JJ(6));
780 M1=JJ(2)+1;E=(A(15)+20-A(16))/JJ(2);
790 H=(A(19)+20-A(18))/JJ(2);E=(A(28)+20-A(29))/JJ(
2);
800 DO J=1 TO M1; B1(1)=A(14)+(J-1)*G;
810 B1(2)=A(18)+(J-1)*H;B1(3)=A(29)+(J-1)*E;
820 CALL TPHE(A(17),B1(1),BT,PE);
830 TIN(J)=PE(5);TIN(J+M1)=B1(1);TIN(J+2*M1)=PE(9);
840 CALL TPHE(A(30),B1(3),BT,PE);
850 TID(J)=PE(5);TID(J+M1)=B1(3);TID(J+2*M1)=PE(9);
860 CALL TPHE(A(20),B1(2),BT,PE);
870 TIC(J)=PE(5);TIC(J+M1)=B1(2);TIC(J+2*M1)=PE(9);
END;
880 IH=0; TAMA(1)=A(7)/(A(1)+A(23))+1E5;
890 PUT SKIP(10) LIST('ТРЕХПОТОЧННА ТЕПЛОСБЕННИК',
JJ(6));
900 EPS=1E-4;
910 CALL ROOT(FUNC,TA,EPS,00005,TK,F5,MK);
920 IH=1; F5=FUNC(TK);
930 M1=II+1;J=2+FLOOR(M1/2); IF J<M1 THEN M1=M1-1;
940 E=(KL(0)-KL(M1))/2;G=(CPH(0)-CPH(M1))/2;
950 H=(CPC(0)-CPC(M1))/2;WC=(KD(0)-KD(M1))/2;WH=(CP
D(0)-CPD(M1))/2;
960 DO J=2 TO M1 BY 2;
970 E=E+2*KL(J-1)+KL(J); G=G+2*CPH(J-1)+CPH(J);
980 WC=WC+2*KD(J-1)+KD(J); WH=WH+2*CPD(J-1)+CPD(J);
990 H=H+2*CPC(J-1)+CPC(J);END;J=3+M1;
1000 B1(2)=2+E/J;B1(3)=2+G/J;B1(4)=2+H/J;
1010 B2(2)=2+WC/J;B2(3)=2+WH/J;B2(4)=B1(4);
1020 B1(2)=.001*B1(2);B2(2)=.001*B2(2);
1030 B1(1)=WMI;B2(1)=WMA;WC=B1(1)+B1(4);WH=A(1)+B1(3)
);
1040 WMI=MIN(WC,WH); WMA=MAX(WC,WH);
1050 E=WMA*(TI(1)-A(16))/WMI/(TI(1)-A(18));
1060 IF E>.9999 THEN E=.9999; G=WMI/WMA;
1070 NTU=(LOG(1-E)-LOG(1-E*G))/(G-1);B1(1)=NTU+WMI/B
1(2);
1080 WC=B2(1)+B2(4);WD=A(23)+B2(3);
1090 WMI=MIN(WC,WD); WMA=MAX(WC,WD);
1100 E=WD*(TI(5)-A(29))/WMI/(TI(5)-A(18));

```

```

1110 IF E>.9999 THEN E=.9999; G=WMI/WMA;
1120 NTU=(LOG(1-E)-LOG(1-E*G))/(G-1);B2(1)=NTU+WMI/B
      Z(2);
1130 PUT SKIP(3);
1140 PUT EDIT(B1)(R(MP));PUT EDIT(B2)(R(MP));
1150 DISPLAY('HEAT3P ENDED');
1160 END HEAT3P;

```

```

MEMBER KB2
#####

```

```

      DECLARE(A(*),B(*))REAL DECIMAL FLOAT;
10  KB2:PROCEDURE(A,B);
20  DECLARE(A(*),B(*))REAL DECIMAL FLOAT;
40  /A(9)=DC,A(10)=MC,A(11)=CC,A(12)=LC,A(13)=FC/FH,A
      (14)=DSR,
50  B(1)=KH,B(2)=KC,B(3)=K*/
60  WH=A(1)/A(2);WC=A(7)/A(8);REH=WH+A(3)/A(4);REC=W
      C+A(9)/A(10);
70  PRH=A(5)+A(4)/A(6);PRC=A(11)+A(10)/A(12);DHS=A(3
      )/A(14);
80  RK=2300.+(1+.6+DHS*.45);B(2)=.168+REC+(-.3)+
      PRC+(-.666)*
90  WC*A(11); IF REH>100.&REH<RK THEN B(1)=(3.65+.08
      *(1+.8+DHS*.9)*
100  REH*(.5+.2903+DHS*.194)+PRH*.333)+A(6)/A(3);
      ELSE IF
110  REH>RK&REH<22000 THEN B(1)=(.023+(1+14.8*(1+DHS)
      *DHS*.333)+
120  REH*(.8-.22+DHS*.1)+PRH*.333)+A(6)/A(3); ELSE
130  B(1)=(.023+(1+3.6*(1+DHS)+DHS*.8)+REH*.8+PRH*.
      333)+A(6)/A(3);
140  B(3)=1/(1/B(1)+1/B(2)/A(13)); END KB2;

```

```

MEMBER LININT
#####

```

```

10  LININT:PROCEDURE(X,Z,N,Y,NF,NZ);
20  DECLARE(Z,Y)(*)FLOAT,(NF,NZ)FIXED(1,0),
30  (N,I,J,N1,N2)FIXED REAL DECIMAL;
40  DECLARE A,B,C;
50  IF X=Y(N=1) THEN DO;J=N-1;GO TO TERM;END;
60  IF X<Y(2) THEN DO;J=1; GO TO TERM;END;
70  DO I=2 TO N;
80  IF X<Y(I) THEN GO TO TERM;J=I;END;
90  TERM:C=Y(J+1)+Y(J); DO I=1 TO NF;N1=N+I+J;N2=N1+1;
100  A=(Y(N2)-Y(N1))/C;B=Y(N1)+A*Y(J);
110  Z(N2+I-1)=A*X+B;END;
120  END LININT;

```

```

MEMBER REKT
#####

```

```

10  REKT:PROCEDURE(A,XF,JJ);
20  DCL ((A(5),XF(3))FLOAT,JJ(2)FIXED)REAL DECIMAL;
25  DCL (N1,NF) REAL DEC FIXED;
30  N1 = JJ(1)+1; NF = JJ(2); BEGIN;
40  DCL ( D,F,R,P,T) FLOAT REAL DECIMAL;
50  DCL (Y(N1,3),RK(N1,3),ZX(N1,2),X(N1,3)) REAL DEC
      IMAL FLOAT;
60  DCL (X2(3),YR(3)) REAL DECIMAL FLOAT;
80  DCL(TCO(3),E(N1),REY,REF,H,S,F1,F2,S1)REAL DECIM
      AL FLOAT;
88  DCL (ZY(N1,2),Q(2),O(2),W,V)REAL DECIMAL FLOAT;
90  DCL TR(N1)REAL DECIMAL FLOAT;

      DCL I,J,K,ITER,IT;
100  D=A(1);F=A(2);R=A(3);P=A(4);EPS=A(5);
110  K=3; N1=JJ(1);
120  PUT EDIT('ЧИСЛО ТАРЕЛК N1=',N1)(SKIP,A,F(2));
130  PUT EDIT('ТАРЕЛКА ПИТАНИЯ NF=',NF)(SKIP,A,F(2));
140  PUT EDIT('КОЛ-ВО АНТИЛЛАТА D=',D)(SKIP,A,F(7,4)
      );
150  PUT EDIT('КОЛ-ВО ПИТАНИЯ F=',F)(SKIP,A,F(7,4));
160  PUT EDIT('АВЛЕНИЕ В КОЛОННЕ,КПА P=',P)(SKIP,A,F
      (8,2));
170  PUT EDIT('ФЛЕГМА R=',R,' ТОЧНОСТЬ EPS=',EPS)(SKIP
      );
180  Z(A,F(7,4));
190  PUT EDIT('СОСТАВ ПИТАНИЯ',(XF(1) DO I=1 TO K))
200  (SKIP(2),X(20),A,SKIP,10F(10,4));
210  ITER=0; IT=0;
220  REF=D+R;W=F-D;REY=REF+F;V=REF+D;
230  E=0.5;E(1)=1.0;E(N1+1)=0.0;
240  DO I=1 TO K;DO J=1 TO N1+1;X(J,I)=XF(I);END;END;
250  ST:ITER=ITER+1;
260  DO I=1 TO N1;DO J=1 TO K;X2(J)=X(I,J);END;
270  DO J=1 TO K;
280  IF X2(J)=0 THEN DO;
290  PUT SKIP DATA(I,X2);X2(J)=1E-5;END;
300  END;
310  CALL EQIN (X2,P,YR,T);
320  DO J=1 TO K;
330  RK(I,J)=YR(J)/X2(J);
340  TR(I)=T;
350  IF I=1 THEN Y(I,J)=YR(J);
360  ELSE Y(I,J)=Y(I-1,J)+(1.0-E(I))+YR(J)*E(I);

```

```

370 END;END;
380 DO I=1 TO K;Y(N1+1,I)=X(N1+1,I);
390 RK(N1+1,I)=1,0;END;
400 DO I=1 TO K;ZX(1,1)=0,0;ZY(1,1)=0,0;
410 Q(1)=0,0;REY=REF*F;
420 ZX(1,2)=F*XF(I)/M;
430 ZY(1,2)=RK(1,I)*ZX(1,2);
440 Q(2)=F*XF(I);
450 DO J=1 TO N1;IF J=NF THEN DO;
460 REY=REF; DO L=1 TO 2; Q(L)=Q(L)+F*XF(I);
470 END; END;
480 DO L=1 TO 2;
490 Q(L)=(Y+ZY(J,L)+Q(L))/REY;
500 ZX(J+1,L)=Q(L);
510 ZY(J+1,L)=ZY(J,L)+E(J)+(Q(L)*RK(J+1,I)-ZY(J,L));
520 END;
530 IF ABS(Q(1))>1E0|ABS(Q(2))>1E0 THEN DO;
540 IF ABS(Q(1))>1E0 THEN M=1;ELSE M=2;
550 S=(Q(2)+(1,0-M))/(Q(1)-Q(2));
560 DO I=1 TO J+1;
570 ZX(I,M)=ZX(I,2)+S*(ZX(I,2)-ZX(I,1));
580 ZY(I,M)=ZY(I,2)+S*(ZY(I,2)-ZY(I,1));
590 END;
600 Q(M)=Q(2)+S*(Q(2)-Q(1));
610 END;END;
620 S=(ZY(N1+1,2)+D*Q(2))/(D*(ZY(N1+1,1)-ZY(N1+1,2))
+Q(1)-Q(2));
630 DO J=1 TO N1+1;
640 X(J,I)=ZX(J,2)+S*(ZX(J,2)-ZX(J,1));
650 Y(J,I)=ZY(J,2)+S*(ZY(J,2)-ZY(J,1));
660 END;END;
670 I2=0;
680 DO I=1 TO N1+1; S=0,0;
690 DO J=1 TO K; S=S*X(I,J);END;
700 DO J=1 TO K; X(I,J)=X(I,J)/S;END;
710 IF ABS(S-1,0)>EPS THEN I2=I2+1;END;
720 IT=IT+1;
730 PUT EDIT('НТЕРАУМ',ITER,I2)(SKIP,A,2(X(10),F(2)
));
740 IF I2=0|IT=10 THEN DO;
750 DO I=1 TO N1+1;
760 PUT EDIT(I,(X(I),J),Y(I,J),TR(I) DO J=1 TO K))(SKIP
IP(2),F(2),
770 10(SKIP,3E(12,6,4)));
780 END; IT=0; END;
790 IF I2=0 THEN GOTO ST;
800 END; END REKT;

```

```

MEMBER ROOT
#####
10 ROOT:PROCEDURE(F,A,EPS,N,G,C,M);
20 DECLARE((A,EPS,G,C,B,D,H)FLOAT,(N,M,J)FIXED)
30 REAL DECIMAL,F ENTRY();
40 M=1; G,C=0;
50 G=F(A); B,D,C=G-A; IF C=0 THEN GO TO FIN;
60 DO J=1 TO N; C=F(G)-G;
70 IF ABS(C)<=ABS(G)+EPS THEN GO TO FIN;
80 H=B/C; B=C; IF H=1 THEN DO; M=1000; GO TO FIN; EN
D;
90 IF H>0 & H<2 THEN M=M+1; D=D/(H-1); G=G+D; END;
100 M=M; FIN;END ROOT;

MEMBER SIM1
#####
10 SIM1:PROCEDURE(N,A,B,Y,SIM);
20 DECLARE((N,I)FIXED,(Y(+),A,B,S,SIM)FLOAT)REA
L DECIMAL;
30 S=(Y(0)-Y(N))/2; DO I=2 BY 2 TO N;S=S+2*Y(I-1
)+Y(I);END;
40 SIM=2*(B-A)+S/3/N; END SIM1;

MEMBER TPHE
#####
10 TPHE:PROCEDURE(P1,T,B,PE);
20 DECLARE(P1,T,B(S5),PE(11))REAL DECIMAL FLOAT;
30 Y+(PE(5)=H,PE(6)=M,PE(7)=V,PE(8)=RO,PE(9)=CP,PE(
10)=CV,PE(11)=N*/
40 DECLARE(JJ,MM)REAL DECIMAL FIXED;
50 ZK=,302298;P1=M/2,24064;T=5,1994/T;
60 P2=P1+P1;P3=P2+P1;P4=P3+P1;P5=P4+P1;P6=P5+P1;
70 T1=T;T0=1/T1;R=2,077324;
80 T2=T1+T1;T3=T2+T1;T4=T3+T1;T5=T4+T1;T6=T5+T1;
90 BEGIN; DECLARE(R,PT,0,U,V,A,B)REAL DECIMAL FLOAT
;
100 P=P1;IF Y>1 THEN DO; A=2,26921;B=2,99506;CK=7,45
31;END;
110 ELSE IF P1<1|T<,35 THEN DO; A=2,40662;B=4,64739;
CK=5,72963;END;
120 ELSE DO; A=2,25742;B=2,98327;CK=7,40591;END;
130; TK=5,2014;PK=2,2746;R=20,7722;C=R*TK/PK;B1=B/C|A
I=A/(PK+C+C)+1000;
140 PT=P+T;BPT=1,0+B1+PT;A13=,333333;BPT=BPT-CK+PT/C
;
150 A1=A1-CK/T,C=(B+CK*P)/C/C;

```

```

160 Q=-((A13+BPT)+3)+.5+A13+A1+BPT+PT+T-.5+A+1000*B
    +PT*T/PK/C+3;
170 PQ=A13+A1+PT+T-A13+A13+BPT+BPT;PQ=Q+Q+PQ+PQ+PQ;
180 PQ=SQRT(PQ);U=PQ-Q;V=-PQ-Q;
190 IF U>0 THEN U=U+A13;ELSE U=-((-U)+A13);
200 IF V>0 THEN V=V+A13;ELSE V=-((-V)+A13);
210 W=U+V+A13+BPT; END RNE;
220 IF P1>=1 & P1<=5 THEN DO; IF T>.55 THEN M=W+.1+P
    1+T;
230 ELSE M=W; END; IF P1>.5 & T>=.35 THEN M=W+.1+P1+T
    ;
240 W=P1+T1+ZK/M;X=.01/(T+.01B);DX=-100*X+X;
250 DDX=20000*X+X+X;D2X=DX+DX;D12X=D2X+X+DDX;
260 T2=T+T;T3=T+T2;T4=T+T3;T5=T4+T;T6=T5+T;
270 F2=X+X;F3=X+F2;F4=X+F3;X5=F4+X;X6=X5+X;
280 BL=B(1)+B(2)+T+B(3)+T2+B(4)+T3+B(5)+X+B(6)+F2+B(
    7)+X6;
290 CL=B(8)+B(9)+T+B(10)+T2+B(11)+T3+B(12)+T4+B(13)+
    T6+B(14)+X+B(15)
300 +F2;EL=B(16)+B(17)+T+B(18)+T3+B(19)+T4+B(20)+T5+
    B(21)+T6;
310 DB=B(2)+2+B(3)+T+B(4)+T2+B(5)+DX+2+B(6)+X+DX+6
    +B(7)+X5+DX;
320 DC=B(9)+2+B(10)+T+3+B(11)+T2+4+B(12)+T3+6+B(13)+
    T5+B(14)+DX+2+
330 B(15)+X+DX;DE=B(17)+3+B(18)+T2+4+B(19)+T3+5+B(20
    )+T4+6+B(21)+T5;
340 DDB=2+B(3)+6+B(4)+T+B(5)+DDX+2+B(6)+D12X+6+B(7)+
    (5+F4+D2X+X5+DDX);
350 DDC=2+B(10)+6+B(11)+T+12+B(12)+T2+30+B(13)+T4+B(
    14)+D12X+
360 2+R(15)+D12X;DDE=6+B(18)+T+12+B(19)+T2+20+B(20)+
    T3+30+B(21)+T4;
370 AA=W;MM=1;GG,CC=0; DO JJ=0 TO 10;
380 W2=M+W;W3=M+W2;W4=M+W3;W5=M+W4;W6=M+W5;W7=M+W6;M
    B=M+W7;
390 W9=W8+W;M10=W9+W;
400 AL0=1+B(22)+W2+B(23)+W3+B(24)+W4+B(25)+W5+B(26)+
    W6+B(27)+W7;
410 AL1=B(28)+W2+B(29)+W3+B(30)+W4+B(31)+W5+B(32)+W6
    +B(33)+W7;
420 AL2=W+B(34)+W2+B(35)+W3+B(36)+W4+B(37)+W5+B(38)+
    W6;
430 AL3=B(39)+W2+B(40)+W3+B(41)+W4+B(42)+W5+B(43)+W6
    +B(44)+W7+
440 B(45)+W8+B(46)+W9+B(47)+W10;
450 AL4=B(48)+W2+B(49)+W3+B(50)+W4+B(51)+W5+B(52)+W6
    +B(53)+W7+
460 B(54)+W8+B(55)+W9;Z=AL0+AL1+T+AL2+BL+AL3+CL+AL4+
    EL;

```

```

470 FUNC=ZK+P1+T/Z;CC=FUNC-W;
480 IF JJ=0 THEN DO; M=FUNC;BB,DD=FUNC-AA; GO TO FIN
    J; END;
490 IF ABS((P1-Z+W)/(ZK+T1))/P1<=.001 THEN GO TO FIN
    R;
500 HH=BB/CC;BB=CC; IF HH=1 THEN GO TO FINR;
510 IF HH>0 & HH<2 THEN MM=MM+1;DD=DD/(HH-1);W=M+DD;
520 FINJ:END;MM=-MM;
530 FINR:PE(4)=CC;PE(6)=MM;PE(11)=JJ;
540 RAL1=B(28)+W2+.5+B(29)+W3/3+B(30)+W4+.25+B(31)+W
    5+.2+
550 B(32)+W6/6+B(33)+W7/7;
560 RAL2=W+B(34)+W2+.5+B(35)+W3/3+B(36)+W4+.25+B(37)
    +W5+.2+B(38)+W6/6;
570 RAL3=B(39)+W2+.5+B(40)+W3/3+B(41)+W4+.25+B(42)+W
    5+.2+B(43)+W6/6+
580 B(44)+W7/7+B(45)+W8+.125+B(46)+W9/9+B(47)+W10+.1
    ;
590 RAL4=B(48)+W2+.5+B(49)+W3/3+B(50)+W4+.25+B(51)+W
    5+.2+
600 B(52)+W6/6+B(53)+W7/7+B(54)+W8+.125+B(55)+W9/9;
610 DAL0=2+B(22)+M+3+B(23)+W2+4+B(24)+W3+5+B(25)+W4+
    6+B(26)+W5+
620 7+B(27)+W6;
630 DAL1=2+B(28)+M+3+B(29)+W2+4+B(30)+W3+5+B(31)+W4+
    6+B(32)+W5+
640 7+B(33)+W6;
650 DAL2=1+2+W+B(34)+3+W2+B(35)+4+W3+B(36)+5+W4+B(37
    )+6+W5+B(38);
660 DAL3=2+W+B(39)+3+W2+B(40)+4+W3+B(41)+5+W4+B(42)+
    6+W5+B(43)+
670 7+W6+B(44)+8+W7+B(45)+9+W8+B(46)+10+W9+B(47);
680 DAL4=2+W+B(48)+3+W2+B(49)+4+W3+B(50)+5+W4+B(51)+
    6+W5+B(52)+
690 7+W6+B(53)+8+W7+B(54)+9+W8+B(55);
700 ZW=DAL0+T+DAL1+BL+DAL2+CL+DAL3+EL+DAL4;
710 TE=5.1994/T;V=1/(69.48+W);ZT=AL1+AL2+DB+AL3+DC+A
    L4+DE;
720 PE(7)=14.895+R*(1.5+TE+5.1994*(RAL1+RAL2+DB+RAL3
    +DC+RAL4+DE));
730 PE(5)=PE(7)+Z+TE+R;PE(8)=20.9694+P1+T/Z;
740 PE(10)=(1.5-T+T*(RAL2+DB+RAL3+DDC+RAL4+DDE))+R;
750 PE(9)=PE(10)+(Z-T+ZT)+.2/(Z+W+ZW)+R;
760 P1=P1+.26064;T=5.1994/T;
770 END TPHE;

```

```

MEMBER TRHE
#####
10 TRHE:PROCEDURE(P1,T,YL,YB,PE);
20 DECLARE(P1,T,YL(80),YB(64),PE(11))REAL DECIMAL F
   LOAT;
30 /*PE(1)=NU*10**7,PE(2)=LAMBDA*/
40 P1=P1/2.26064;T=5.1994/T;
50 P2=P1+P1;P3=P2+P1;P4=P3+P1;P5=P4+P1;P6=P5+P1;
60 T1=T;T0=1/T1;R=2.07732;
70 T2=T1+T1;T3=T2+T1;T4=T3+T1;T5=T4+T1;T6=T5+T1;
80 M2:IF T<=.52015 THEN GO TO M5;ELSE GO TO M6;
90 M6:IF P1>=1.112 THEN GO TO M7;ELSE GO TO M8;
100 M5:RT=YL(25)+T0+YL(26)+YL(27)+T1+YL(28)+T2+YL(29)+
   T3+YL(30)+P1+T0+
110 YL(31)+P1+YL(32)+P1+T1+YL(33)+P1+T2+YL(34)+P1+T3
   +YL(35)+P2+T0+
120 YL(36)+P2+YL(37)+P2+T1+YL(38)+P2+T2+YL(39)+P2+T3
   +YL(40)+P3+T0+
130 YL(41)+P3+YL(42)+P3+T1+YL(43)+P3+T2+YL(44)+P3+T3
   ;
140 RB=YB(23)+T0+YB(24)+YB(25)+T1+YB(26)+T2+YB(27)+T
   3+YB(28)+P1+T0+
150 YB(29)+P1+YB(30)+P1+T1+YB(31)+P1+T2+YB(32)+P1+T3
   ; GO TO M9;
160 M7:RT=YL(45)+T0+YL(46)+YL(47)+T1+YL(48)+T2+YL(49)+
   P1+T0+YL(50)+P1+
170 YL(51)+P1
180; *T1+YL(52)+P1+T2+YL(53)+P2+T0+YL(54)+P2+YL(55)+P
   2+T1+YL(56)+P2+T2;
190; RB=YB(33)+T0+YB(34)+YB(35)+T1+YB(36)+P1+T0+YB(37
   )+P1+YB(38)+P1+T1+
200; YB(39)+P2+T0+YB(40)+P2+YB(41)+P2+T1+YB(42)+P3+T0
   +YB(43)+P3+YB(44)+
210 P3+T1; GO TO M9;
220 M8:RT=YL(57)+T0+YL(58)+YL(59)+T1+YL(60)+T2+YL(61)+
   T3+YL(62)+P1+T0+
230 YL(63)+P1+YL(64)+P1+T1+YL(65)+P1+T2+YL(66)+P1+T3
   +YL(67)+P2+T0+
240 YL(68)+P2+YL(69)+P2+T1+YL(70)+P2+T2+YL(71)+P2+T3
   ;T1=T1-1;
250 RT=RT+YL(72)+T1+YL(73)+T1+T1+YL(74)+T1+T1+T1+YL(
   75)+P1+T1+YL(76)+
260 P1+T1+T1+YL(77)+P1+T1+T1+T1+YL(78)+P2+T1+YL(79)+
   P2+T1+T1+
270 YL(80)+P2+T1+T1+T1;T1=T1+1;
280 RB=YB(45)+T0+YB(46)+YB(47)+T1+YB(48)+T2+YB(49)+T
   3+YB(50)+P1+T0+
290 YB(51)+P1+YB(52)+P1+T1+YB(53)+P1+T2+YB(54)+P1+T3
   +YB(55)+P2+T0+
300 YB(56)+P2+YB(57)+P2+T1+YB(58)+P2+T2+YB(59)+P2+T3

```

266

```

+YB(60)+P3+T0+
310 YB(61)+P3+YB(62)+P3+T1+YB(63)+P3+T2+YB(64)+P3+T3
   ;
32 M9:RT=RT*.1;P1=P1+2.26064;T=5.1994/T;PE(1)=RB;PE(2
   )=RT;
330 END TRHE;

MEMBER TRIDIAG
#####
10 TRIDIAG:PROCEDURE(A,B,C,D,N,X);
20 DECLARE((N,I) FIXED,(G(0:N),(A,B,C,D),X)(*))
   FLOAT;REAL DEC;
30 G(0),X(0)=0; DO I=1 TO N;G(0)=B(I)+C(I)+G(I-1
   );
40 G(I)=-A(I)/G(0); X(I)=-C(I)+X(I-1)+D(I)/G(0
   ); END;
50 DO I=N BY -1 TO 2; X(I-1)=X(I)+G(I-1)+X(I-1);
60 END;
END TRIDIAG;

MEMBER TROM
#####
10 TROM:PROCEDURE(D,I,B);
20 DECLARE(D,B(*) REAL DECIMAL FLOAT,
30 I(*) REAL DECIMAL FIXED;
40 /*D=ДИАМЕТР СЕРАЕЧНИКА*/
50 /*I(*)=УПРАВЛЯЮЩИИ МАССИВ,ГДЕ I(1)=ЧИСЛО РЯДОВ,I
   (2)=ЧИСЛО
60 ТРУБ,I(3)=N В ТАБЛИЦЕ ТРУБ,I(4)=ПРИЗНАК ПЕЧАТИ,
70 I(5)=M ТЕПЛООБМЕННИКА*/
80 /*ЕСЛИ D И I(2)=0 ОНИ ВЫЧИСЛЯЮТСЯ ТРОМ*/
90 /*B(1)=DN,B(2)=DBN,B(3)=DPP,B(4)=ШАГ ПОПЕРЕЧ
   ННИ,
100 B(5)=ШАГ ПРОДОЛЬНОЙ,В(6)=КОЭФ.ОРЕБР,В(7)=ШАГ
   ОРЕБР,
110 B(8)=DC*/
120 /*B(2)=FH,В(3)=DN,В(8)=FC,В(9)=DC,В(13)=FC/FH,В(
   14)=DSR*/
130 DCL NS(I(1)) FIXED,DS(I(1)) FLOAT;
140 DCL J;
150 DECLARE TR(10,8) DEC FLOAT INITIAL(0.001,0.0006,
   0.00016,
160 0.0011,0.0012,3.45,0.00055,0.00026,
170 0.0015,0.0012,0.00025,0.0016,0.00185,2.54,0.0009
   ,0.00042,
180 0.002,0.0013,0.00033,0.0022,0.0025,3.25,0.0011,0
   .00057,

```

267

```

190      0.003,0.0024,0.0005,0.0032,0.0055,2.47,0.002,0.
00077,
200      0.004,0.0032,0.0008,0.0046,0.0051,2.76,0.0025,0.
00119,
210      0.005,0.004,0.0008,0.00535,0.0041,2.59,0.00273,0
.00123,
220      0.006,0.005,0.001,0.0065,0.00739,2.31,0.004,0.00
192,
230      0.007,0.0054,0.0012,0.0076,0.00865,2.80,0.00385,
0.00172,
240      0.008,0.006,0.0015,0.00885,0.0101,2.85,0.005,0.0
021,
250      0.01,0.0074,0.0016,0.0107,0.0122,2.96,0.0055,0.0
0242);
260      DCL B1(8),PI,TRL,PRL,TRF,PRF,TRV,PRV,F,VCB,FFR;
270      IF I(3)<1.5 I(3)>10 THEN DO;
280      PUT SKIP(3) LIST('СОБМЕННЕ ПРОЦЕДУРЫ ТРОМ');
290      PUT SKIP LIST(I(3),'НЕОПУСТИМЫЙ НОМЕР В ТАБЛИЦЕ
ТРУБ');
300      I(3)=4;END;
310      B1=TR(I(3),*);PI=3.14159;B(2)=(PI*B1(2)+B1(2))
/4;
320      IF D<1E-2 THEN D=30*B1(1);
330      B(3)=B1(2);DH=D+2*((I(1)-1)*B1(4)+B1(1)+2*B1(3))
;
340      B(10)=B1(4)/B1(1);
350      B(11)=B1(1);
360      B(14)=(D+DH)/2;B(9)=B1(8);B(13)=B1(6);
370      TRL=(PI*B(14)+I(1))/B1(5);
380      PRL=(TRL+PI*B1(3))/B1(7);
390      TRF=TRL+PI*B1(1);
400      PRF=PRL+PI*B1(3);F=TRF+PRF;
410      TRV=0.785*TRL+B1(1)+B1(1);
420      PRV=0.785*PRL+B1(3)+B1(3);
430      FFR=0.785*(DH+DH-D+D);
440      VCB=FFR+1-(TRV+PRV);
450      B(8)=VCB;
460      IF I(2)=0 THEN DO;
470      NS(1)=3;
480      DS(1)=D+2*B1(3)+B1(1);
490      DO J=2 TO I(1);
500      DS(J)=DS(1)+2*B1(4)+(J-1);
510      NS(J)=TRUNC(DS(J)/DS(1))+NS(1)-1;
520      END;
530      I(2)=SUM(NS);
540      END;
550      IF I(4)=1 THEN DO;
560      PUT SKIP(3) LIST('ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТЕПЛООБМЕННИКА',
570      I(5));
580      PUT SKIP(2) LIST(D,I);

```

```

590      PUT SKIP(2) LIST(B1);
600      PUT SKIP(2) LIST(B(2),B(3),B(8),B(9),B(13),B(14)
);
610      IF I(2)<1 THEN
620      PUT SKIP(2) LIST(NS);
630      END;
640      END TROM;
MEMBER ZQ
#####
10      ZQ:PROCEDURE (A,K,Z);
20      DECLARE ((I,K,N)FIXED,((B,C,D,F)(0:N),(A,Z)(+
),HH)FLOAT);
30      REAL DECIMAL;
40      N=K-1;HH=A(8)/K;H2=HH*HH; DO I=1 TO N; F(I),C
(I)=1;D(I)=0;
50      B(I)=FX(A,I+HH)+H2-2;END;F(N),C(1)=0;D(1)=A(2
2);D(N)=A(23);
60      CALL TRIDIAG(F,B,C,D,N,Z);Z(0)=A(22);Z(K)=A(2
3);
70      DO I=0 TO K;Z(I)=Z(I)/SQRT(F5Q(A,I+HH)); END;
END ZQ;

```


**Коэффициенты уравнения состояния
и уравнений теплопроводности и вязкости гелия**

BT(1)= 3,03563E-01
BT(3)=-1,01967E-02
BT(5)=-2,82375E-01
BT(7)=-4,12420E+00
BT(9)=-5,82074E+02
BT(11)= 4,61172E-02
BT(13)= 4,60299E+04
BT(15)= 7,58180E+02
BT(17)=-4,15298E+02
BT(19)=-1,36388E+00
BT(21)=-7,66803E-02
BT(23)=-4,12155E+03
BT(25)=-1,47858E+03
BT(27)=-4,04212E+05
BT(29)= 6,41933E-02
BT(31)= 7,66002E+02
BT(33)= 2,12353E+03
BT(35)= 1,85795E+02
BT(37)= 5,43496E+03
BT(39)= 8,99999E-01
BT(41)= 8,98651E+00
BT(43)=-7,24338E+00
BT(45)=-4,30977E+00
BT(47)=-7,71067E-02
BT(49)=-1,92283E+00
BT(51)=-5,32362E+00
BT(53)=-1,25061E+00
BT(55)=-1,95843E-02;
YL(1)= 6,42022E-02
YL(3)= 4,09396E+01
YL(5)=-1,48271E+00
YL(7)= 1,76108E+00
YL(9)= 1,45564E+00
YL(11)=-3,87550E+00
YL(13)= 3,75990E-01
YL(15)=-4,54627E-02
YL(17)= 4,90009E-02
YL(19)=-3,41578E-02
YL(21)=-9,98391E-03
YL(23)=-5,21946E-03
YL(25)= 1,84505E-02
YL(27)=-2,85972E+00
YL(29)=-7,57599E+00
YL(31)= 3,28671E+03
YL(33)=-9,58007E-03
YL(35)=-1,29043E+06
YL(37)=-4,11251E-03
YL(39)=-3,65365E-02
YL(41)=-1,01239E-05
YL(43)=-9,95752E-04
YL(45)= 1,60144E-01
YL(47)= 1,30030E-01
YL(49)=-2,66109E-02

BT(2)=-1,33552E+00
BT(4)=-6,94539E-05
BT(6)= 8,10072E-02
BT(8)= 9,03669E-03
BT(10)= 1,04999E+01
BT(12)=-1,59177E-02
BT(14)=-5,05330E-02
BT(16)= 4,52899E+04
BT(18)= 9,28989E-01
BT(20)= 5,52659E-01
BT(22)=-9,52425E-02
BT(24)= 9,65379E-04
BT(26)= 3,85144E-04
BT(28)= 8,85330E-01
BT(30)=-5,47213E-02
BT(32)=-2,06822E-02
BT(34)= 5,73667E-01
BT(36)=-5,03395E-03
BT(38)=-6,09571E-04
BT(40)=-2,69298E+00
BT(42)=-4,44833E+00
BT(44)= 9,30561E+00
BT(46)= 9,23993E-01
BT(48)= 3,99999E-01
BT(50)= 4,50562E+00
BT(52)= 3,43695E+00
BT(54)= 2,42862E-01
YL(2)=-2,35581E-01
YL(4)=-1,02073E-01
YL(6)= 7,62411E-01
YL(8)=-1,08302E+00
YL(10)= 7,46220E+01
YL(12)= 1,81300E+00
YL(14)=-1,39875E-01
YL(16)=-1,17209E-02
YL(18)= 8,34553E-04
YL(20)= 1,24372E-02
YL(22)= 1,23100E-02
YL(24)= 7,08312E-04
YL(26)= 5,20175E-01
YL(28)= 7,97808E+00
YL(30)=-4,39291E-05
YL(32)= 6,84872E-03
YL(34)= 9,95214E-02
YL(36)= 1,80561E-04
YL(38)= 2,64310E-02
YL(40)= 1,01735E-07
YL(42)= 1,92583E-04
YL(44)= 1,19454E-03
YL(46)=-2,75760E-01
YL(48)= 1,90466E-01
YL(50)= 7,16313E-02

YL(51)= 4,39374E-02
YL(53)= 1,22122E+03
YL(55)=-6,80218E-04
YL(57)= 6,67761E-01
YL(59)=-1,27994E-01
YL(61)=-5,28430E-03
YL(63)=-4,08675E+01
YL(65)=-5,21959E+01
YL(67)=-1,25372E+00
YL(69)=-1,28124E-01
YL(71)=-1,87500E-01
YL(73)=-1,13303E+00
YL(75)=-1,60176E+00
YL(77)= 1,32443E+00
YL(79)= 3,95653E+00
YB(1)= 1,50080E+01
YB(3)= 3,82006E+01
YB(5)= 1,28340E+01
YB(7)= 4,07792E+00
YB(9)=-3,00899E+01
YB(11)= 1,79059E+02
YB(13)= 4,17447E+01
YB(15)= 2,29790E+01
YB(17)= 3,31269E-01
YB(19)= 4,79127E+00
YB(21)= 1,85224E+00
YB(23)= 2,33048E+00
YB(25)=-3,42435E+02
YB(27)=-7,86946E+02
YB(29)= 2,67716E-01
YB(31)= 4,72863E+00
YB(33)= 4,15568E+01
YB(35)= 7,78289E+01
YB(37)= 2,15991E+01
YB(39)= 4,92213E+01
YB(41)= 4,10312E-01
YB(43)= 1,89782E-02
YB(45)= 1,78362E+01
YB(47)= 1,49288E+01
YB(49)=-3,03427E+00
YB(51)= 2,05021E+00
YB(53)= 2,19131E+02
YB(55)=-1,04030E+02
YB(57)= 4,20212E+02
YB(59)= 1,55847E+02
YB(61)=-3,42102E+01
YB(63)=-3,34594E+02

YL(52)=-7,64694E-02
YL(54)=-2,95643E+03
YL(56)= 2,17489E+03
YL(58)=-5,94092E+01
YL(60)= 2,56270E+01
YL(62)=-2,71209E+01
YL(64)= 9,65397E+01
YL(66)=-8,51559E+02
YL(68)= 1,50311E+00
YL(70)= 3,68749E+01
YL(72)= 4,96320E-01
YL(74)= 2,95577E+01
YL(76)=-2,78501E+02
YL(78)= 9,70451E-01
YL(80)= 1,72362E+01;
YB(2)=-1,43392E+01
YB(4)=-8,51670E+00
YB(6)=-4,48069E+01
YB(8)= 1,67922E+01
YB(10)=-3,90594E+01
YB(12)=-8,53332E+01
YB(14)=-3,13242E+01
YB(16)=-9,24229E+00
YB(18)= 9,46679E+01
YB(20)=-3,15731E+00
YB(22)=-2,23528E-01
YB(24)= 6,91216E+01
YB(26)= 8,77604E+02
YB(28)=-3,16203E+03
YB(30)= 1,16640E+00
YB(32)=-2,34887E+00
YB(34)=-9,95374E+01
YB(36)=-7,96592E+00
YB(38)=-7,29714E+00
YB(40)=-1,20399E+00
YB(42)=-8,83538E+03
YB(44)=-2,60416E+03
YB(46)=-3,64950E+01
YB(48)= 7,91523E+00
YB(50)= 3,37735E+01
YB(52)=-9,17246E+01
YB(54)=-9,30817E+01
YB(56)= 4,75773E+01
YB(58)=-6,42303E+02
YB(60)= 3,70381E+01
YB(62)= 8,70474E+01
YB(64)= 3,16096E+02;